

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **67 485** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(51) МПК
[B21C 35/02 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 27.05.2010)

(21)(22) Заявка: [2007118721/22](#), 18.05.2007(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.05.2007(45) Опубликовано: [27.10.2007](#) Бюл. № 30

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19,
УГТУ-УПИ, центр интеллектуальной
собственности, Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Логинов Юрий Николаевич (RU),
Дегтярева Ольга Федоровна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Уральский государственный
технический университет-УПИ" (RU)

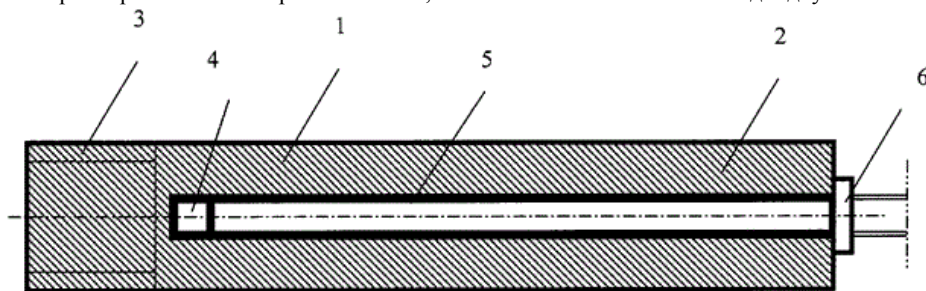
(54) ИГЛА ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЫХ ЗАГОТОВОК

(57) Реферат:

1. Игла для горячего прессования металлических полых заготовок, выполненная в виде цилиндрического стержня с продольной полостью, а также с рабочим и опорным торцами, отличающаяся тем, что она снабжена средством нагрева, расположенным в полости стержня.

2. Игла для горячего прессования металлических полых заготовок по п.1, отличающаяся тем, что средство нагрева выполнено в виде трубчатого электронагревателя патронного типа.

3. Игла для горячего прессования металлических полых заготовок по п.1, отличающаяся тем, что средство нагрева выполнено в виде трубчатого электронагревателя U-образного типа, а полость выполнена в виде двух каналов.



Заявляемый объект относится к области обработки металлов давлением, в частности, к устройству инструмента, применяемого для прессования металлов.

Из уровня техники известны конструкции игл прессовых установок, представляющих собой стержни различных поперечных сечений, закрепляемые в иглодержателях [1].

Недостатком известного устройства является невозможность поддержания постоянного теплового поля иглы. Действительно, в начале работы пресса игла оказывается холодной. По мере прессования полых заготовок в горячем состоянии игла разогревается и вследствие явления термического расширения изменяет свои размеры. Вслед за этим изменяются размеры полости отпрессованной заготовки, что может вывести их за пределы допуска.

Этот процесс описан в статье [2], где показано, что при прессовании алюминиевых сплавов колебания диаметров полостей на крупных прессованных трубах доходят до сотен микрометров.

Фирмой SUMITOMO METAL IND разработано устройство для прессования полых заготовок, описанное в патенте Японии №10328727 [3]. Устройство по аналогу

представляет собой сборку инструмента, включающую иглу, располагающуюся в полости пуансона, при этом устройство снабжено средством нагрева иглы.

Средством нагрева иглы является специальное нагревательное устройство в виде индукционной печи, которое на тележке устанавливается между контейнером и подвижной траверсой прессы. До начала прессования нагревательное устройство выдвигается по горизонтали и поднимается по вертикали на ось прессования, в него помещается игла и происходит ее быстрый нагрев, после этого установку удаляют с оси прессования, применяя

ее привод. Одновременно решается задача выравнивания температурного поля очага деформации при прессовании. Однако применение установки индукционного нагрева не лишено недостатков. Как известно, эффективность индукционного нагрева зависит от величины зазора между индуктором и нагреваемым объектом. В отличие от прокатки процесс прессования используют для обработки давлением большого количества типоразмеров полуфабрикатов. Поэтому существует необходимость быстрого перехода от прессования трубных заготовок с одним диаметром полости на другие диаметры. Это достигается заменой иглы прессы одного диаметра на иглу другого диаметра, и количество таких вариантов замены может достигать до нескольких десятков. Однако индуктор специальной нагревательной установки рассчитан только на один диаметр, что не позволяет его использовать эффективно для нагрева всего количества типоразмеров игл. Таким образом, недостатками прототипа являются ограниченные технологические возможности, не позволяющие осуществлять быстрый переход от выпуска одного типа продукции на выпуск другого типа продукции.

Кроме того, при эксплуатации прессовой установки существует необходимость подачи на ось прессования элементов, необходимых для работы прессы, в том числе смазки, пресс-шайбы, слитка. В связи с этим пространство вокруг прессы уже занято вспомогательными устройствами, в результате для размещения специальной индукционной установки нагрева иглы не остается места, что вынуждает выполнять перекомпоновку приспособлений и рабочих мест. Таким образом, еще одним недостатком прототипа является чрезмерное усложнение конструкции прессовой установки в целом.

В качестве прототипа выбрана игла для горячего прессования металлических полых заготовок описанная в патенте РФ №2290272 [4], выданном Уральскому государственному техническому университету - УПИ. Игла по прототипу выполнена в виде цилиндрического стержня с

рабочим и опорным торцом. В стержне выполнена продольная полость, расположенная со стороны рабочего торца, с закрепленным в полости наконечником. В продольной полости расположена с боковым зазором цилиндрическая вставка, упирающаяся одним торцом в наконечник, а другим торцом на дно полости, при этом цилиндрическая вставка выполнена из материала, коэффициент термического расширения которого превышает коэффициент термического расширения материала стержня на 10...300%. Цилиндрическая вставка может быть выполнена из стали аустенитного класса. При повышении температуры вставка удлиняется больше, чем остальные детали, за счет чего возникают радиальные сжимающие напряжения, приводящие к деформациям, частично компенсирующим температурное расширение иглы.

Недостатком прототипа является недостаточно высокий уровень повышения точности размеров. Так, компенсация размеров полости получаемых прессованием трубных заготовок улучшается лишь на 31%. Препятствием для дальнейшего повышения точности является отсутствие в технике материалов, обладающих необходимым сочетанием коэффициента термического расширения и прочности, и поэтому подходящих для решения поставленной задачи.

Предлагается игла для горячего прессования металлических полых заготовок, которая выполнена в виде цилиндрического стержня с рабочим и опорным торцом, при этом в стержне выполнена продольная полость. В отличие от прототипа в этой полости расположено средство нагрева иглы. Можно отметить, что при размещении средства нагрева иглы снаружи тепловой поток направлен как во внутреннюю сторону от нагревателя, т.е. в направлении иглы, так и во внешнюю сторону. Первый поток является полезным, так как его направление способствует достижению поставленной цели: скорейшему нагреву иглы. Второй поток снижает коэффициент полезного действия установки, поскольку тепловая мощность рассеивается в окружающее пространство зря, поэтому нагреватель целесообразно

размещать не снаружи нагреваемого тела, а внутри, т.е. в полости. Поэтому эффективность работы устройства оказывается выше.

Средство нагрева иглы выполняют в виде трубчатого электронагревателя патронного типа. В этом случае можно воспользоваться серийно изготавливаемым электронагревателем по ТУ 3443-002-36901397-98, а не изготавливать его специальным образом. Нагреватели такого типа имеют электрические выводы, размещенные по одну сторону от патрона, что позволяет подключать напряжение со стороны рабочего торца иглы при ее предварительном нагреве и отключать во время работы прессовой установки.

В другом варианте средство нагрева иглы выполняют в виде трубчатого электронагревателя U-образного типа, а полость выполнена в виде двух каналов. В этом случае также можно воспользоваться серийно изготавливаемым нагревателем, но уже U-образного типа. Нагреватели такого типа возможность размещения в полости одновременно двух цилиндрических поверхностей, отдающих тепло, что

позволяет увеличить тепловой поток и уменьшить время подогрева иглы. При этом оба электрических вывода оказываются размещенными со стороны рабочего торца иглы при ее предварительном нагреве, что позволяет производить оперативное подключение и отключение средства нагрева.

На фиг.1 представлена схема предлагаемого устройства с нагревателем патронного типа, на фиг.2 - схема, поясняющая принцип действия нагревателя, на фиг.3 показана схема предлагаемого устройства с нагревателем U-образного типа, сам нагреватель изображен на фиг.4. На фиг.5 показано расположение каналов в игле для расположения нагревателя U-образного типа, а также приведена сетка конечных элементов для выполнения расчета. На фиг.6 представлены рассчитанные значения эквивалентных напряжений (МПа) в этом случае исполнения устройства.

Игла для горячего прессования металлических полых заготовок (фиг.1) представляет собой цилиндрический стержень 1 с рабочим торцом 2 и опорным торцом 3, в данном случае, выполненным с резьбовой нарезкой,

позволяющей присоединять иглу к иглодержателю. В стержне 1 выполнена продольная полость 4, расположенная со стороны рабочего торца 2. В этой полости расположено средство нагрева иглы, выполненное в виде трубчатого электронагревателя патронного типа 5, имеющего электрические выводы, закрепленные в изолирующей крепежной арматуре 6.

Трубчатый электронагреватель патронного типа 5 представляет собой тонкостенную оболочку 7 (фиг.2) диаметром D и длиной L, выполненную из нержавеющей стали. Внутри оболочки расположен нагревательный элемент, состоящий из керамического стержня с намотанной нихромовой проволокой 8, которая изолируется от внутренней поверхности оболочки керамикой и электротехническим периклазом, представляющим собой спрессованный порошок плавенной окиси магния. Окись магния обладает жаростойкостью, хорошей теплопроводностью и высокими электроизоляционными свойствами. Для удобства монтажа и эксплуатации трубчатый электронагреватель снабжают крепежной арматурой и гибкими выводами 9, которые подсоединены к нихромовой проволоке на расстоянии L_k , что позволяет уберечь от перегрева подводящие провода.

Одним из стандартизованных размеров электронагревателей является его внешний диаметр D. Так, для электронагревателя ТЭНП-84,0-1,5-16,0/2,20-L-220 диаметром D=16 мм и длиной L=840 мм удается обеспечить выделяемую мощность 2200 Вт.

При плотности стали $\rho=7800 \text{ кг/м}^3$, удельной теплоемкости $c=650 \text{ Дж/(кг*град)}$ и при необходимости нагрева иглы диаметром $D_{\text{иг}}=100 \text{ мм}$ до температуры $t=300^\circ\text{C}$ требуется затратить энергию

$$W = \frac{\pi(D_{\text{иг}}^2 - d^2)}{4} \cdot L \cdot \rho \cdot c \cdot t = \frac{\pi \cdot (0,1^2 - 0,016^2)}{4} \cdot 0,84 \cdot 7800 \cdot 650 \cdot 300 = 10 \text{ МДж}$$

При установленной мощности нагревателя ТЭНП-84,0-1,5-16,0/2,20-L-220 $N=2,20 \text{ кВт}$ и КПД процесса $\eta=80\%$ для нагрева иглы потребуется затратить время

$$\tau = \frac{W}{N \cdot \eta} = \frac{10000}{2,2 \cdot 0,8} = 5680 \text{ с} = 1,6 \text{ ч.}$$

В настоящее время для нагрева такой иглы при помощи конвективного теплообмена от тепла контейнера пресса требуется затратить 4 ч, т.е. время нагрева сокращается на 60%.

Игла является инструментом пресса и должна выдерживать высокий уровень напряжений сжатия и растяжения. Отверстие, выполненное в центре иглы, вызывает уменьшение поперечного сечения, при этом площадь сечения иглы с полостью по отношению площади иглы без полости составляет

$$\Delta = 100 \left(\frac{\pi D_{\text{иг}}^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) / \frac{\pi D_{\text{иг}}^2}{4} = 100 \frac{D_{\text{иг}}^2 - d^2}{D_{\text{иг}}^2} = 98\%.$$

Пропорционально увеличатся механические напряжения, однако, как видно из расчета, это увеличение составляет величину 2%, т.е. оно не существенно, поэтому игла сохраняет работоспособность.

Устройство работает следующим образом. Перед прессованием стержень 1 (фиг.1) закрепляют в иглодержателе опорным торцом 3 с использованием резьбовой нарезки. В продольную полость 4, расположенная со стороны рабочего торца 2 располагают средство нагрева иглы, выполненное в виде трубчатого электронагревателя патронного типа 5, имеющего электрические выводы 9, закрепленные в изолирующей арматуре 6. Выводы подключают в источнику электрического тока. Через тонкостенную оболочку 7 (фиг.2) тепло передается от нагретой нихромовой проволоки 8 на поверхность полости, а затем рассеивается по телу иглы, вызывая ее нагрев. После достижения необходимой температуры отключают источник электрического тока, удаляют электронагреватель и осуществляют прессование. В последующих циклах прессования температура иглы, как правило, поддерживается за счет теплопередачи от горячего металла слитка.

Игла для горячего прессования металлических полых заготовок может представлять собой цилиндрический стержень 1 (фиг.3), с рабочим торцом и опорным торцом 3, например, с резьбовой нарезкой, позволяющей присоединять иглу к иглодержателю. В стержне выполнена продольная полость. В этой полости расположено средство нагрева иглы, выполненное в виде трубчатого электронагревателя U-образного типа, а сама полость выполнена в виде двух каналов 10 и 11. В этом случае, поскольку тело нагревателя дважды прошло через материал стержня иглы, тепловой поток увеличивается примерно в два раза, соответственно уменьшается время подготовки иглы к прессованию. Например, электронагреватель

U-образного типа ТЭН-280 (фиг.4) имеет мощность 4 кВт при диаметре 13 мм и напряжении 380 В.

Сборка инструмента в этом случае осуществляется следующим образом. Электронагреватель вставляют в полость со стороны опорного торца стержня и закрепляют со стороны рабочего торца, после чего помещают иглу в иглодержатель. Последующий порядок работы устройства в этом варианте аналогичен порядку работы по первому варианту. Электронагреватель перед прессованием отключают, удаляют подводящие провода, но сам электронагреватель из полости не удаляют. Полную разборку устройства осуществляют после отсоединения иглы от иглодержателя.

Для определения работоспособности иглы такой конструкции выполнен расчет механических напряжений, возникающих в игле при давлении на ее боковую поверхность 500 МПа, что является характерным граничным условием ее работы. На фиг.5 показано расположение отверстий в игле диаметром 100 мм, диаметре отверстий 14 мм, расстоянии между ними 40 мм, а также приведена сетка конечных элементов этого расчета. Рассчитанные значения эквивалентных напряжений (МПа) приведены на фиг.6. Линии сноска показывают области, в которых эти напряжения действуют. Видно, что напряжения возрастают от боковой поверхности иглы по отношению к отверстиям, но максимальные значения напряжений (около 800 МПа) не превышают допускаемые (1200...1400 МПа). Это доказывает работоспособность предлагаемой конструкции.

По сравнению с аналогом по патенту Японии №10328727 эффект стабилизации размеров достигается тем же способом, но при другом аппаратном оформлении устройства.

При использовании устройства по прототипу имеется возможность повышения точности размеров прессуемых полуфабрикатов на 31%, достижению большей точности препятствует невозможность подбора материалов с необходимыми коэффициентами термического расширения. Такое ограничение отсутствует в предлагаемом техническом решении, поэтому возможно достижение и стабилизация размеров инструмента на протяжении всего технологического цикла. Практика использования прессового инструмента показывает, что в этом случае колебания температуры могут составить до 100°C. Абсолютное изменение диаметра иглы ΔD пропорционально самому диаметру D , изменению температуры Δt и коэффициенту термического расширения α металла, из которого она изготовлена. При использовании инструментальной стали с коэффициентом термического расширения $\alpha = 13 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$

$$\Delta D/D = \alpha \Delta t = 13 \cdot 10^{-6} \cdot 100 = 13 \cdot 10^{-4}, \text{ что составляет } 0,13\%.$$

При отсутствии тепловой компенсации игла нагревается от комнатной температуры до 400...500°C. Примем, что температура ее нагрева составляет 450°C. Тогда диапазон колебаний размеров оставит величину

$$\Delta D/D = \alpha \Delta t = 13 \cdot 10^{-6} \cdot 450 = 5,85 \cdot 10^{-4}, \text{ что составляет } 0,58\%.$$

Улучшение показателя точности составит $100 \cdot (0,58 - 0,13) / 0,58 = 78\%$. Последняя величина выше показателя, достигнутого при использовании устройства по прототипу.

Технический результат от применения устройства заключается в повышении точности отпрессованных труб.

Список литературы

1. Райтбарг Л.Х. Производство прессованных профилей. М.: Металлургия, 1984. 264 с.
2. Логинов Ю.Н., Дегтярева О.Ф. Проблемы применения игл при прессовании трубных заготовок. Сучасні проблеми металургії. Наукові вісті. Том 8. Пластична деформація металів. Днепропетровськ: Системні технології, 2005. С.529-532.
3. Патент Японии №JP 10328727. METHOD FOR PREHEATING MANDREL OF HOT EXTRUDING TUBE AND HEATING DEVICE THEREFOR. Оpubл. 15.12.98. Inv. UCHIYAMA KEIICHL Appl. SUMITOMO METAL IND. B21C 29/04; B21C23/08; H05B 6/06; H05B 6/10.
4. Патент РФ №2290272. Игла для горячего прессования металлических полых заготовок / Ю.Н.Логинов, О.Ф.Дегтярева. Заявитель ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. Оpubл. 27.12.06

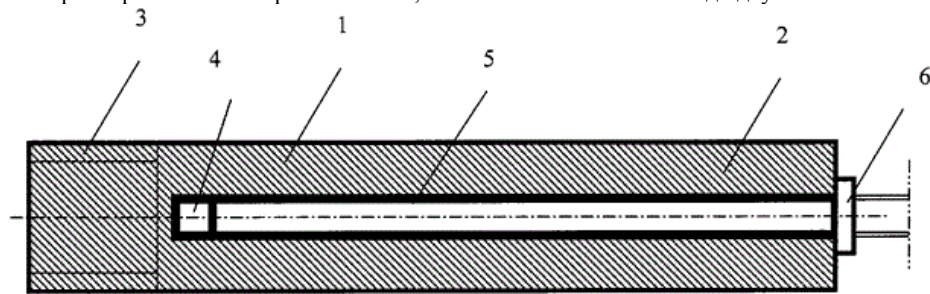
Формула полезной модели

1. Игла для горячего прессования металлических полых заготовок, выполненная в виде цилиндрического стержня с продольной полостью, а также с рабочим и опорным торцами, отличающаяся тем, что она снабжена средством нагрева, расположенным в полости стержня.

2. Игла для горячего прессования металлических полых заготовок по п.1, отличающаяся тем, что средство нагрева выполнено в виде трубчатого электронагревателя патронного типа.

3. Игла для горячего прессования металлических полых заготовок по п.1, отличающаяся тем, что средство нагрева выполнено в виде трубчатого

электронагревателя U-образного типа, а полость выполнена в виде двух каналов.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

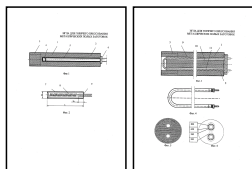
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К - Досрочное прекращение действия патента (свидетельства) Российской Федерации на полезную модель из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента (свидетельства) в силе

(21) Регистрационный номер заявки: [2007118721](#)

Извещение опубликовано: [10.09.2009](#) БИ: 25/2009